

＜基本計画書＞

未利用周波数帯への無線システムの移行促進に向けた基盤技術の研究開発
～ 90GHz 帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発 ～

1. 目的

国民の生命・財産を保護するため、交通、電力、水道等の重要施設の可用性、安全性の向上には、高精度で広範囲をカバーするセンシングシステムによる監視システムが有効な手段となるが、従来のミリ波帯レーダーシステムの構成では多数の送受信設備が必要となり、設備コストが莫大になるため商用化は困難となっている。

本研究開発は、光ファイバ技術とミリ波技術の融合により、センシング範囲の拡大と経済合理性を両立させ、数 cm 以下の測定精度と数 km 以上の線状あるいは面状の測定範囲を実現するリニアセルによる高精度イメージング技術を 90GHz 帯で実現する。

90GHz 帯は高い周波数帯の中では特に大気減衰が少なく、優れた伝搬特性と広い帯域利用特性を備えている。降雨減衰を考慮しても 60GHz 帯以上のミリ波帯においては比較的減衰が少ない帯域であり、レーダーセンサーを多数配置するリニアセル方式では利用が可能である。また、低い周波数に比べて比較的利用が進んでいないため、本研究開発により具体的な利用シーンを想定した実証実験までを行うことで、空港、鉄道、原子力発電所等の幅広い分野での実用化を促進することが可能となる。これにより、90GHz 帯を有用な電波資源として開発するとともに、その利用を拡大し、80GHz 以下の帯域の周波数逼迫を緩和することを目的とする。

2. 政策的位置付け

- ・新成長戦略（平成 22 年 6 月 閣議決定）

別表 成長戦略実行計画（工程表）「V 科学・技術・情報通信立国戦略 ～ I T 立国・日本～②」において、「ホワイトスペースなど新たな電波の有効利用」等により、「情報通信技術の徹底的な利活用による新市場の創出（約 70 兆円の関連新市場の創出を目指す）」旨を記載

- ・新たな情報通信技術戦略（平成 22 年 5 月 11 日 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）

Ⅲ. 分野別戦略

3. 新市場の創出と国際展開

- (2) 我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発等の推進

【重点施策】

- 我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発を重点的に推進し、早期の市場投入を目指す。

【具体的取組】

今後、世界的な成長が期待され、我が国が強みを有する技術分野（新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）等）を特定して集中的に研究開発を行う（以下、略）

- ・電波政策懇談会報告書（平成 21 年 7 月）

第 5 章 2010 年代に実現される電波利用システムによる社会的・経済的効果

5-1 2010 年代の新たな電波利用システムの実現による社会的効果

5-1-1 様々な社会分野への電波利用システムの活用

(5) 災害分野への活用

電波政策懇談会報告書の上記の項には、災害に強い国づくりを目的に、災害による被害の発生を防止、軽減するために電波利用システムをアプリケーションとして活用していくことが挙げられている。

3. 目標

空港、鉄道、上水設備、発電所等の重要インフラの可用性、安全性向上のためのイメージングシステムの研究開発を行い、代表的な利用シーンとして、滑走路監視システム及び鉄道線路監視システムを想定した実証実験を行う。

また、応用展開として空港以外の鉄道や重要施設（原子力発電所等の重要インフラ）の安全監視、介護・見守り等のヘルスケアへの応用や、リニアセルによる高速データ通信への適用も検討する。

4. 研究開発内容

(1) 概要

リニアセル技術を実現ための課題である「電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術」、「広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術」及び「リニアセル方式に適した高分解能センシングシステム技術」を克服するための研究開発を行うとともに、滑走路監視システム及び鉄道線路監視システムを想定した実証実験を通じ実用化を図る。

(2) 技術課題及び到達目標

技術課題

光ファイバ無線技術とミリ波技術の協調により、従来のセンシングシステムでは実現できない高精度かつ広いセンシング範囲を実現するためには、以下の技術課題を解決する必要がある。

(ア) 電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術

光ファイバ伝送された広帯域の変調信号を 90GHz 帯の電気信号に変換・増幅し、指向性可変制御により空間に放射するための技術が実用化に向けた課題となる。

(イ) 広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術

広帯域 FM 変調信号を光変調技術の利用により生成し、光ファイバで伝送した後、電気信号に変換するためには、光領域での高度な変復調技術をシステム仕様に併せて実現することが課題になる。また、光の変調信号を高感度に電気信号に変換するための光/ミリ波変換技術の実現も必要になる。さらにターゲットからの反射信号は極めて微弱な信号レベルでアンテナに戻ってくる。このためアンテナから制御系に向かう上り信号系では、効率的な信号伝送と信号処理を実現することが課題となる。

(ウ) リニアセル方式に適した高分解能センシングシステム技術

課題(ア)(イ)で行う課題解決の成果を統合し、最適な信号処理を行い、高分解能のセンシングシステムとするため、電波天文等他のシステムとの共存のための不要輻射の抑圧、センシングアルゴリズム、高速処理方式等が技術課題となる。(ア)及び(イ)で示した技術課題以外にも、空港や鉄道等、研究開発成果の応用が見込まれる実環境で解決すべき降雨減衰等の課題抽出及び対応を行い、それらの成果を反映してフィールド実験等につなげることも、実用化に向けた大きな課題となる。

到達目標

(ア) 電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術

90GHz 帯はデバイス開発が困難で、研究報告は散発的にはあるものの、量産に適したプロセスとの整合性がとれた複数の機能を持った MMIC は例が少ない。また、簡便な構造で低損失のアンテナ指向性可変機構もイメージング性能向上に重要な役割を果たす。さらに周波数が高くかつ極めて広い帯域の信号の発生に従来のミキサによる周波数変換を利用することは容易ではないため、発生信号が FM であることに着目し、光及び電気での逡倍を最適に組み合わせることが考えられる。本研究開発ではこれらの課題を解決するために 90GHz 帯送受信 MMIC 及び実装技術、指向性可変アンテナ技術に取り組む。

① 90GHz 帯送受信 MMIC 及び実装技術

60GHz 帯向けに開発された MMIC 技術を高周波化し、化合物半導体量産デバイスとしては動作周波数の上限に近い 90GHz 帯に対応させるとともに、光変換部や、アンテナとの実装技術を開発し、MMIC 単体での出力 500mW 程度を目標とする。実用上は屋外設置の必要が生じるため、耐環境性に優れたモジュール技術が必須になる。空港等の実使用環境での電源条件、温度条件を踏まえた耐環境性モジュール技術を開発する。

② 指向性可変アンテナ技術

ロトマンレンズ型及びアクティブリフレクトアレイ型の二方式をはじめとする 90GHz 帯で動作する指向性可変アンテナ技術について検討する。二方式はアンテナ利得、ビーム振り角、走査速度等利害得失を有する。また、90GHz 帯においては、低周波帯で開発されているような電子的に指向性を制御する技術が確立できていないため、量産性に優れ、早い走査速度の期待できる電子的指向性可変機能を有するアンテナ技術について検討しアプリケーションに適したアンテナの開発・検証を行う。

なお、システム要件の検討に限っては、検討を効率的に実施するため、比較的実用化時期が早機械回転型のアンテナを採用してもよい。

(イ) 広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術

ファイバ無線システムは既にマイクロ波帯ではギャップファイラ等で利用が進んでいる。ミリ波帯では光ファイバの広帯域性および光逡倍の低雑音性を生かした電波天文向けの基準信号分配の例があるが、光変換部の効

率やコストの問題で実用レベルに達しているとはいえない状況である。本研究開発では世界最高性能ミリ波帯光＝電気変換、高速・広帯域 FM 信号発生を実現するとともに、複数のセルを高速かつ高度に切り替える技術に注力する。

①高安定広帯域 FM 信号発生技術

高速光ファイバ通信向けに開発されたデジタル制御任意信号発生装置と光変調、光＝電気変換を利用し、90GHz 帯周波数掃引信号源を開発する。発射禁止帯の設定や、高速掃引（20 μ s 程度）の実現を目指す。

②高速セル切り替え技術

高速光スイッチ、波長多重等を利用した、複数セルの協調動作、高速切り替え等の機能を実現する。

③ミリ波帯光＝電気相互変換技術

90GHz 帯ミリ波ファイバ無線信号をマイクロ波帯の入力から発生させる技術を開発し、高速応答かつ低スプリアス（消光比 60dB 以上）のミリ波ファイバ無線光信号品質を実現する。超高速高感度光検出器を開発する等の手法を用いて、高感度ミリ波帯光＝電気（OE）変換デバイスを開発する。光入力-10dBm 以下でミリ波帯信号の発生を実現する。また、アンテナから制御系に向かう上り信号系では、微弱な受信信号を高効率に伝送するための検波回路・周波数変換回路及び増幅器も含めた EO 変換回路等を実現する。これらのアナログ回路と信号処理部におけるデジタル処理を総合してシステムの高性能化を図る。

(ウ) リニアセル方式に適した高精度イメージング技術

開発技術の実証のため、以下のとおり実用環境を考慮した降雨減衰等の課題抽出及び対応を行いつつ実証実験を行い、研究終了後速やかな実用化を目指す。

①滑走路監視システム

国内拠点空港への設置を想定し、滑走路に落下した数cm程度の金属片を検出可能な高精度イメージングシステムを実現することを目標とする。また、この様な障害物を検出した際には、できるだけ早く滑走路の異常を後続機に知らせる必要があるため、警報までのすべての処理を 10s 以下で実施するシステムの実証を行う。

②鉄道線路監視システム

在来線・新幹線の駅部や沿線の要注意区間における利用を想定し、線路内への落石や異物の侵入、あるいは人員の立ち入り等を検知できるシステムを実現する。また、自律的に警報を列車に伝えるための情報伝達手段も検討し、線路支障による列車事故の未然防止と運転の早期再開を支援するための新しい列車運行システムを実証する。これらのシステムを統合し、鉄道総合技術研究所等の試験用鉄道設備にて実証実験を行う。

③統合システム設計及び信号処理技術

受信信号を処理し、障害物、侵入者を識別するためのソフトウェアを開発する。また、光・無線変換素子とアンテナのアレイ化を用いた変換効率と最適指向性の両立についての検討や増幅器性能とセルサイズの関係について、総合性能・コストを最適化するためのシステム設計手法を確立する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

(例)

<平成 24 年度>

(ア) 電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術

(ア) - 1 90GHz 帯送受信 MMIC 及び実装技術

①90GHz 帯の化合物半導体デバイスの小信号特性をモデリングし、高精度での動作を確認する。

②ミリ波帯における電波法の規定を確保するために、90GHz 帯の化合物半導体デバイスの DC 特性をモデリングし、S11~S22 の Fitting 精度±20%以内を確認する。

③モデリング結果を基に、次年度で実施する MMIC 試作・レイアウトの基本指針を得る。

(ア) - 2 指向性可変アンテナ (ロトマンレンズ型)

①90GHz 帯のロトマンレンズの損失特性とリニアアレーの基本特性及び屋外設置時に必要となるレドームのビーム走査に対する基本特性を解析し、次年度の基本システム設計指針を得る。

(ア) - 3 指向性可変アンテナ (アクティブリフレクタアレイ型)

①半導体スイッチを用いたアクティブリフレクタ素子の開発に関し、スイッチング素子を含みリフレクタの 3 次元モデル化、シミュレーション手法の確立、素子基板・スイッチング用機器の試作・評価を行い、モデルの妥当性を検証する。

(イ) 広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術

(イ) - 1 高安定広帯域 FM 信号発生技術

①シーンに応じて適応が可能な FM 信号発生方式の検討と設計を行う。10 秒以内での異物検出を可能にするために、高精度・高安定な周波数掃引技術の研究開発として 100 μ s 以下で 1GHz 幅以上の FM 信号生成を目標とする。

②光逡倍適用時の雑音特性の評価を行う。

(イ) - 2 高速セル切り替え技術

①高速波長切り替え技術の評価を行う。

②アレイ光源、波長可変光源、光マトリックススイッチ等を用いる波長多重セル切り替え技術及び同時分配技術の検証・設計を行う。

(イ) - 3 ミリ波帯光=電気相互変換技術

①高速・高感度光検出器の基本設計と製造プロセス検討を実施する。

②高速高感度光検出器の評価環境を構築し、光=電気変換特性の評価手法を確立する。

③帯域動作・高消光比光変調器による光逡倍器の検討・設計を行う。

④次年度の設計・試作に関する指針を得る。

(ウ) リニアセル方式に適した高分解能センシングシステム技術

(ウ) -1 滑走路監視システム

①次年度以降の空港を想定したシステム検討の基礎となる、90GHz 帯の伝搬特性を測定し、基礎データを取得する。具体的には以下の3項目を実施する。

- ・ 伝搬特性測定
- ・ 滑走路の表面、グルーピング等からの反射を評価する。
- ・ 降雨時の雨滴による影響を測定する。

②システム仕様策定に資する RoF センシングシステムの構築を行う。具体的には以下の、設計・試作・試験を実施する。

- ・ 路面装置、中央装置に相当する試験機器の設計・試作
- ・ 機械回転型アンテナの設計・試作
- ・ 電波無響室内で性能試験

(ウ) -2 鉄道線路監視システム

①次年度以降の鉄道を想定したシステム検討の基礎となる鉄道環境における90GHz の伝播・反射特性の把握を行う。試験用鉄道設備内の実験線における実験及びシミュレーションにより、レールや道床、架線等が存在する鉄道環境内における伝播特性と、様々な障害物の反射特性を把握し、次年度の開発指針を得る。

②鉄道環境内のセンシングシステムに関して検知対象、検知範囲、制約条件等の検討・定義を行い、検知性能・信頼性評価手法の検討を行う。

(ウ) -3 統合システム及び信号処理技術

①研究課題 (ウ) -1 で得られるセンシングシステムの伝送特性測定・反射特性を基に信号処理アルゴリズムを試作し、対象物の可視化を検討する。システム設計をモデル化して、構成機器の設計諸元を求める。

②統合システムの要件を定義し、ソフトウェア構造を設計する。

<平成 25 年度>

(ア) 電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術

(ア) -1 90GHz 帯送受信 MMIC 及び実装技術

①高出力かつ高利得の 90GHz 帯単位増幅器を試作・評価する。

②雑音指数 2.5dB 以下、利得 20dB 以上の 90GHz 帯低雑音増幅器を試作・評価する。

③試作結果に基づき、特性向上の回路設計修正指針及び実装設計指針を得る。

(ア) -2 指向性可変アンテナ (ロトマンレンズ型)

①利得 32dBi 以上で広範囲の走査が可能な基本システムの試作・評価を行い、ビーム走査性、検知範囲等を検証し、次年度プロトタイプ的设计指針を得る。

(ア) -3 指向性可変アンテナ (リフレクタレイ型)

①1次元走査リフレクタレイアンテナの開発を行い、以下の三項目について検討を行う。

- ・ 少ないレイ素子数でのアクティブリフレクタレイアンテナの設計・試作
- ・ 水平方向のビーム走査性能の評価
- ・ 垂直方向のビーム整形のための誘電体レンズの設計・試作

(イ) 広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術

(イ) -1 高安定広帯域 FM 信号発生技術

- ①光通倍器を用いる広帯域 FM 信号発生の実証を行う。
- (イ) -2 高速セル切り替え技術
 - ①波長多重による高速セル切り替えの実証を行う。
 - ②光通倍型 FM 信号発生器に対する許容波長数・光強度の評価を行う。
- (イ) -3 ミリ波帯光＝電気相互変換技術
 - ①高速高感度光検出素子を試作し、光＝電気変換基本特性の取得によって、高安定広帯域な 90GHz 信号発生のための最適構造の設計指針を得る。
 - ②高速高感度光検出素子からの高速な電気信号出力を、劣化抑制し高効率に次段へ電気出力するための高周波設計を実施する。
 - ③帯域動作・高消光比光変調器による光通倍器の試作を行う。
- (ウ) リニアセル方式に適した高分解能センシングシステム技術
 - (ウ) -1 滑走路監視システム
 - ①RoF センシングシステムの屋外試験を実施し異物検出試験及び探知距離性能試験を行い、次年度の滑走路監視システムの構築に向けた基本指針を得る。
 - (ウ) -2 鉄道線路監視システム
 - ①鉄道向け障害物検知及び防護システムを検討し、障害物検出システム並びに対列車伝送システムの基本設計を行う。
 - ②前年度の成果を基に、受信信号から障害物のみを抽出・検知するためのアルゴリズムを検討し、鉄道向けの障害物検出処理装置のプロトタイプを検討する。
 - ③次年度以降で開発する実証実験用プロトタイプシステムの基本的な仕様を検討する。
 - (ウ) -3 統合システム及び信号処理技術
 - ①計測データを用いて、画像処理アルゴリズムを試作・評価する。
 - ②上記評価結果から、統合システム設計と機器仕様を再検討する。

<平成 26 年度>

- (ア) 電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術
 - (ア) -1 90GHz 帯送受信 MMIC 及び実装技術
 - ①出力電力 500mW 以上、利得 23dB 以上の 90GHz 帯増幅器を試作・評価する。
 - ②90GHz 帯の送信及び受信 MMIC の実装設計を行い、送信及受信モジュールを試作・評価する。
 - ③次年度に試作する送受信機プロトタイプの設計指針を得る。
 - (ア) -2 指向性可変アンテナ（ロトマンレンズ型）
 - ①前年度までの総合研究成果を基に、多面合成方式による走査範囲の拡大を検討する。
 - (ア) -3 指向性可変アンテナ（リフレクトアレイ型）
 - ①高利得リフレクトアレイアンテナの実現に向け、下記を実施する。
 - ・リフレクトアレイの大口径化の検討
 - ・ビームパターン整形法の検討
 - ・アンテナ部とセンシング部との接続手法の検討
- (イ) 広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術
 - (イ) -1 高安定広帯域 FM 信号発生技術
 - ①帯域動作・高消光比光変調器による光通倍器の評価を行い、光 2 通倍及び

4 通倍動作の実証を行う。

②光変調器バイアス等の自動制御機能の組み込みを行い、安定度を評価する。

③自動制御を組み込んだ光通倍型広帯域 FM 信号発生器のプロトタイプを設計・試作し研究課題（ウ）-3 と連携してシステム検討を行う。

(イ) -2 高速セル切り替え技術

①研究課題（イ）-1 と連動させたセル切り替え特性の評価を行う。

②FM 信号と制御・受信信号を同一光ファイバにて送受信する方式の検討を行う。

③研究課題（イ）-1 と連動したプロトタイプの設計・試作を行い、研究課題（ウ）-3 と連携してシステム検討を行う。

(イ) -3 ミリ波帯光＝電気相互変換技術

①システムプロトに用いる高速高感度光検出器、光変調器を試作する。

②試作光検出器の光＝電気変換特性を取得し、改良設計を実施する。

(ウ) リニアセル方式に適した高分解能センシングシステム技術

(ウ) -1 滑走路監視システム

①滑走路監視システムの構築を行い、効率的なセル設計及び総合評価システムの仕様を検討する。

(ウ) -2 鉄道線路監視システム

①前年度までに研究課題（ア）（イ）（ウ）で実施したリニアセルイメージングシステムを本研究課題（ウ）-2 で開発した鉄道向け検出処理装置を組み合わせ、障害物検知機能のみを実装した鉄道向け実証実験用プロトタイプシステムを構築する。

②試験用鉄道設備内の実験線において、鉄道向け実証実験用プロトタイプによる障害物検知機能の実証試験を行う。

(ウ) -3 統合システム及び信号処理技術

①前年度に再検討を行った機器仕様で取得された計測データから、イメージングシステムとしての性能評価を行う。

②画像処理アルゴリズムを高速化し、演算器の仕様を確定する。

③次年度に向け、画像表示等の可視化システムに必要な主要処理部を試作する。

<平成 27 年度>

(ア) 電子的指向性可変機能を有する 90GHz 帯 RF 回路・アンテナ技術

(ア) -1 90GHz 帯送受信 MMIC 及び実装技術

①90GHz 帯における送受信機のプロトタイプを試作・評価する。

(ア) -2 指向性可変アンテナ（ロトマンレンズ型）

①平成 26 年度に実施した検討内容に基づき、アプリケーション毎の適用性を検討すると共に、研究課題（ウ）で構築したセンシングシステムでの検証実験を行う。

(ア) -3 指向性可変アンテナ（リフレクタレイ型）

①研究課題（ウ）で構築したセンシングシステムとの接続試験・性能評価実験を行う。

②リフレクタレイアンテナを用いた異物検出試験を行う。

③リフレクタレイアンテナの耐候性、耐久性試験を行う。

(イ) 広帯域変調ファイバ無線・光/ミリ波変換システム技術

(イ) -1 高安定広帯域 FM 信号発生技術

- ①研究課題(ウ)-3で実施するプロトタイプによるシステム連動評価を行う。
- ②掃引時間 100ns 以下の超高速広帯域 FM 信号発生を検討する。

(イ) -2 高安定広帯域 FM 信号発生技術

- ①研究課題(ウ)-3で実施するプロトタイプによるシステム連動評価を行う。

(イ) -3 ミリ波帯光=電気相互変換技術

- ①研究課題(ウ)-3からのフィードバックに基づき、高速高感度光検出器、光変調器の残課題を抽出し、改良試作を実施する。
- ②高速高感度光検出器、光変調器の信頼性について、基本特性を取得し検討を実施する。

(ウ) リニアセル方式に適した高分解能センシングシステム技術

(ウ) -1 滑走路監視システム

- ①研究課題(ウ)-3と連携し滑走路監視システムの総合評価を行う。
- ②空港の滑走路等、実際の利用シーンを踏まえた実験環境において、試作品を用いた一ヶ月程度のフィールドテストを行い、実用化に向けた基礎データを取得する。

(ウ) -2 鉄道線路監視システム

- ①対列車伝送システムを開発し、前年度に開発した鉄道向け実証実験用プロトタイプに組み込み、障害物を検知して列車に伝送する機能を実装する。
- ②試験用鉄道設備内の実験線において、鉄道向け実証実験用プロトタイプによる障害物検知機能及び列車防護機能の実証試験を行う。

(ウ) -3 統合システム及び信号処理技術

- ①前年度までに開発したシステムを統合し、実運用を想定した連動試験を行う。
- ②空港滑走路で計測実験を行い、システム性能の評価を行う。

5. 実施期間

平成 24 年度から平成 27 年度までの 4 年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成 29 年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

と。

(2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。